

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

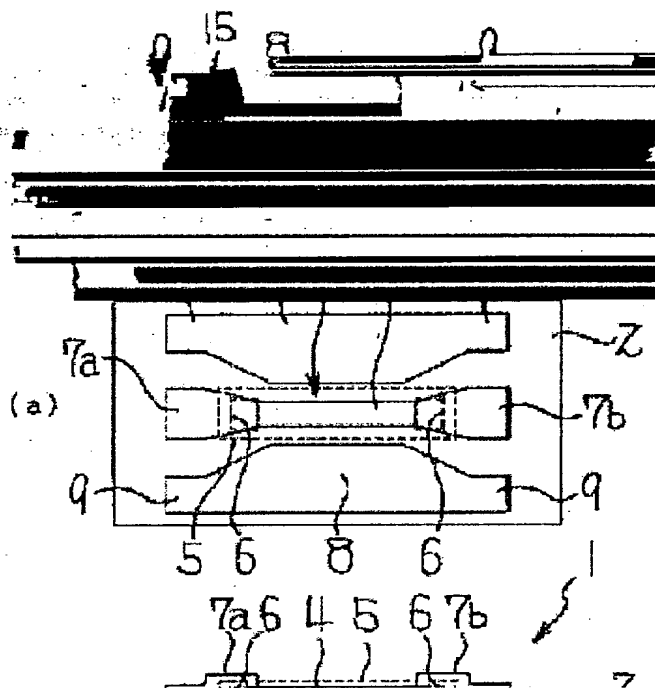
MAGNETORESISTANCE EFFECT ELEMENT, AND MAGNETIC SENSOR

Patent number: JP2001289926
Publication date: 2001-10-19
Inventor: KO TAIKO
Applicant: RICOH CO LTD;; TOHOKU RICOH CO LTD
Classification:
- international: G01R33/02; G01R33/09; G11B5/39; H01L43/00
- european:
Application number: JP20000103198 20000405
Priority number(s):

Abstract of JP2001289926

PROBLEM TO BE SOLVED: To make an electric current to be conducted turnable into a high frequency current, and to enhance the sensitivity of a magnetic sensor using a magnetoresistance effect element.

SOLUTION: A magnetoresistance effect member 4 formed of a magnetoresistance effect material inputs a high frequency current to this magnetoresistance effect member 4, and this magnetoresistance effect element 1 forms a part of a transmission line, 15 for deriving output of the magnetoresistance effect member 4.



[0025]

The magneto-resistance effect device is manufactured as follows.
At first, the $\text{Fe}_{20}\text{Ni}_{80}$ alloy film 3 is deposited on the insulation
5 substrate 2 made of quartz or glass with using sputtering method.
The $\text{Fe}_{20}\text{Ni}_{80}$ alloy film 3 provides a magneto-resistance effect. The
film 3 can be selected among metallic materials in accordance with
the intensity of magnetic field, which is an object to be detected.
For example, the film 3 can be made of Ni-Fe alloy, Cu-Mo permalloy,
10 Ci-Fe-B amorphous, or Fe-Si-Co-B amorphous.

[0027]

The SiO_2 film as an insulation layer 5 is formed on the
magneto-resistance effect member 4 with using sputtering method.
The SiO_2 film can be deposited with using other method such as electron
15 beam deposition and chemical vapor deposition. The insulation layer
5 can be made of other insulation material such as Si_3N_4 .

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-289926

(P2001-289926A)

(43) 公開日 平成13年10月19日 (2001. 10. 19)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テ-マコ-ト* (参考)

G 0 1 R 33/02

G 0 1 R 33/02

D 2 G 0 1 7

33/09

G 1 1 B 5/39

5 D 0 3 4

G 1 1 B 5/39

H 0 1 L 43/00

H 0 1 L 43/00

G 0 1 R 33/06

R

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願2000-103198 (P2000-103198)

(22) 出願日

平成12年4月5日 (2000. 4. 5)

(71) 出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(71) 出願人 000221937

東北リコー株式会社

宮城県柴田郡柴田町大字中名生字神明堂3番地の1

(72) 発明者 高 太好

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

(74) 代理人 100101177

弁理士 柏木 慎史 (外2名)

Fターム(参考) 2G017 AA01 AD55 AD62 AD65 BA03

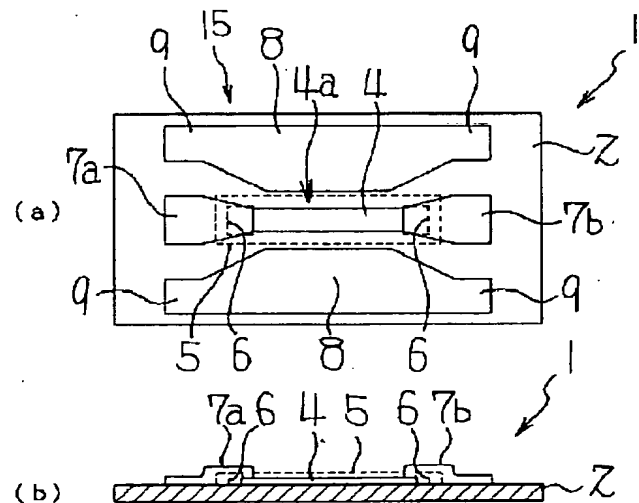
5D034 BA02 BA03 BB14

(54) 【発明の名称】 磁気抵抗効果素子および磁気センサ

(57) 【要約】

【課題】 通電する電流の高周波化が可能として、磁気抵抗効果素子を用いた磁気センサの感度を高める。

【解決手段】 磁気抵抗効果材料で形成された磁気抵抗効果部材4が、この磁気抵抗効果部材4に高周波電流を入力し、磁気抵抗効果部材4の出力を導出する伝送線路15の一部をなしている磁気抵抗効果素子1である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 磁気抵抗効果材料により形成された磁気抵抗効果部材と、

この磁気抵抗効果部材に交流電流を入力し、また、当該磁気抵抗効果素子の出力を導出する伝送線路とを備え、前記磁気抵抗効果部材は前記伝送線路の一部または全部をなしているものである磁気抵抗効果素子。

【請求項2】 磁気抵抗効果材料により形成された磁気抵抗効果部材と、

この磁気抵抗効果部材に交流電流を入力し、また、当該磁気抵抗効果素子の出力を導出する伝送線路と、前記磁気抵抗効果部材を駆動して前記磁気抵抗効果部材のインピーダンスの変動により磁界を測定する駆動回路とを備え、前記磁気抵抗効果部材は前記伝送線路の一部または全部をなしているものである磁気センサ。

【請求項3】 前記駆動回路は、前記交流電流の入力を行ったときの前記磁気抵抗効果部材の電圧値と電流値との比を前記インピーダンスの変動として前記磁気測定を行うものである請求項2に記載の磁気センサ。

【請求項4】 前記駆動回路は、前記磁気抵抗効果部材に交流電流を入力する伝送線路の入射波と反射波との比を前記インピーダンスの変動として前記磁気測定を行うものである請求項2に記載の磁気センサ。

【請求項5】 前記駆動回路は、前記入射波と前記反射波との分離を行う方向性結合器と、前記磁気抵抗効果部材および前記伝送線路が形成された磁気抵抗効果素子とを備え、前記方向性結合器は前記磁気抵抗効果素子に実装されているものである請求項4に記載の磁気センサ。

【請求項6】 前記磁気抵抗効果素子および前記駆動回路が実装された基板を備えているものである請求項5に記載の磁気センサ。

【請求項7】 前記方向性結合器を除く前記駆動回路を半導体製造プロセスで形成し、その上に前記磁気抵抗効果素子および前記方向性結合器が絶縁層を介して薄膜で形成されている半導体基板を備え、前記駆動回路と前記磁気抵抗効果素子および前記方向性結合器との間はスルーホールを介して接続されているものである請求項4に記載の磁気センサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、磁気抵抗効果素子および磁気センサに関する。

【0002】

【従来の技術】 従来の磁気センサとしては、MRセンサ、MI（磁気インピーダンス）センサ、フラックスゲートセンサ、半導体ホール効果センサが用いられている。

【0003】 このうち、MIセンサは、MI素子という

磁気抵抗効果素子を用いるものであり、薄膜化でき、小型化が容易であるため、近年開発され、改良されてきた。このMIセンサは、磁気抵抗効果素子に高周波電流を流し、その高周波インピーダンスの磁界による変化によって、検出対象である磁界強度を検知するものである。

【0004】 このMIセンサ、MI素子に関する技術は、特開平9-318719号公報、特開平11-109006号公報、特開平10-307145号公報、特開平7-181239号公報などに開示されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 従来のMIセンサは、比較的低周波での検知が目的であったので、周波数帯域は比較的低周波でよかった。しかし、磁界検知においても高周波化が必要となっており、これを実現するためには、印加する高周波の周波数帯域の増加が必要とされ、従来のMIセンサでは不十分であるという不具合がある。

【0006】 この発明の目的は、通電する電流の高周波化が可能として、磁気抵抗効果素子を用いた磁気センサの感度を高めることである。

【0007】 この発明の別の目的は、さらに磁気センサの感度を高めることである。

【0008】 この発明の別の目的は、装置をコンパクト化することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】 請求項1に記載の発明は、磁気抵抗効果材料により形成された磁気抵抗効果部材と、この磁気抵抗効果部材に交流電流を入力し、また、当該磁気抵抗効果素子の出力を導出する伝送線路とを備え、前記磁気抵抗効果部材は前記伝送線路の一部または全部をなしているものである磁気抵抗効果素子である。

【0010】 したがって、磁気抵抗効果部材は伝送線路の一部または全部をなしているので、通電する電流の高周波化が可能となり、磁気抵抗効果素子を用いた磁気センサの感度を高めることができる。

【0011】 請求項2に記載の発明は、磁気抵抗効果材料により形成された磁気抵抗効果部材と、この磁気抵抗効果部材に交流電流を入力し、また、当該磁気抵抗効果素子の出力を導出する伝送線路と、前記磁気抵抗効果部材を駆動して前記磁気抵抗効果部材のインピーダンスの変動により磁界を測定する駆動回路とを備え、前記磁気抵抗効果部材は前記伝送線路の一部または全部をなしているものである磁気センサである。

【0012】 したがって、磁気抵抗効果部材は伝送線路の一部または全部をなしているので、通電する電流の高周波化が可能となり、磁気センサの感度を高めることができる。

【0013】 請求項3に記載の発明は、請求項2に記載

の磁気センサにおいて、前記駆動回路は、前記交流電流の入力を行ったときの前記磁気抵抗効果部材の電圧値と電流値との比を前記インピーダンスの変動として前記磁気測定を行うものである。

【0014】したがって、磁気抵抗効果部材の電圧値と電流値との比に基づいて、さらに高感度で磁界を測定することができる。

【0015】請求項4に記載の発明は、請求項2に記載の磁気センサにおいて、前記駆動回路は、前記磁気抵抗効果部材に交流電流を入力する伝送線路の入射波と反射波との比を前記インピーダンスの変動として前記磁気測定を行うものである。

【0016】したがって、入射波と反射波との比に基づいて、さらに高感度で磁界を測定することができる。

【0017】請求項5に記載の発明は、請求項4に記載の磁気センサにおいて、前記駆動回路は、前記入射波と前記反射波との分離を行う方向性結合器と、前記磁気抵抗効果部材および前記伝送線路が形成された磁気抵抗効果素子とを備え、前記方向性結合器は前記磁気抵抗効果素子に実装されているものである。

【0018】したがって、方向性結合器を磁気抵抗効果素子に実装することで、装置をコンパクト化することができる。

【0019】請求項6に記載の発明は、請求項5に記載の磁気センサにおいて、前記磁気抵抗効果素子および前記駆動回路が実装された基板を備えているものである。

【0020】したがって、磁気抵抗効果素子および駆動回路を基板に実装することで、さらに装置をコンパクト化することができる。

【0021】請求項7に記載の発明は、請求項4に記載の磁気センサにおいて、前記方向性結合器を除く前記駆動回路を半導体製造プロセスで形成し、その上に前記磁気抵抗効果素子および前記方向性結合器が絶縁層を介して薄膜で形成されている半導体基板を備え、前記駆動回路と前記磁気抵抗効果素子および前記方向性結合器との間はスルーホールを介して接続されているものである。

【0022】したがって、モノリシックに構成することで、装置をコンパクト化することができる。

【0023】

【発明の実施の形態】
【発明の実施の形態1】この発明の一実施の形態を発明の実施の形態1として説明する。

【0024】最初に、この発明の実施の形態1である磁気抵抗効果素子の製造方法について説明する。

【0025】まず、図1に示すように、この磁気抵抗効果素子1を製作するためには、まず、石英、ガラスなどの絶縁基板2の表面にFe₂₀-Ni₈₀の膜3をスパッタ成膜する。このFe₂₀-Ni₈₀の膜3は磁気抵抗効果を示すものである。膜3は、金属材料であれば、測定対象である磁界の強度に応じて種々のものを選択することができる。例えば、Fe₂₀-Ni₈₀以外に

も、Ni-Fe、CuMoパーマロイ、CoFeBアモルファス、FeSiCoBアモルファスなどの材料を選択することができる。なお、Fe₂₀-Ni₈₀を用いる場合はメッキ法を用いることもできる。膜3の膜厚は、例えば、1μmとすることができるが、これも磁気抵抗効果素子1の感度その他の必要に応じて選択することができる。絶縁基板2としては、石英、ガラス以外の材料を用いてもよいし、ポリエチレンテレフタレート、ポリイミドなどのフレキシブルな材料を用いてもよい。

【0026】次に、図2に示すように、半導体製作工程に用いられる一般的なフォトリソグラフィ技術とCF₄+H₂を用いたRIEにより膜3を加工して、コープレーナ伝送線路を構成する、磁気抵抗効果材料からなる磁気抵抗効果部材4のパターンを形成する。この磁気抵抗効果部材4のパターンは直線状に、かつ、磁気抵抗効果素子として機能できるように、例えば、幅10μm×長さ1mmの長方形にする。この寸法は目的によって様々に選択できる。また、エッチング手法はウェットエッチング手法も取れる。その場合、ニッチング液は王水などを用いることができる。

【0027】その後、図3に示すように、磁気抵抗効果部材4上に、絶縁層5としてSiO₂膜をスパッタで成膜する。SiO₂の成膜には、EB蒸着法やCVD法など他の成膜手段を用いてもよい。絶縁層5の材料としてはSi₃N₄など他の絶縁材料を用いることもできる。同様に、一般的なフォトリソグラフィ技術と、CF₄+H₂を用いたRIEにより、絶縁層5にスルーホール6、6を開ける。このスルーホール6、6は中心導体部4aの両端部分に連通する孔となる。絶縁層5をエッチングする手段としてはウェットエッチングを用いてもよいが、スルーホール6、6の形成のために絶縁基板2もエッチングされる場合には、絶縁基板2の裏面をレジストなどで保護する必要がある。なお、フォトリソ工程によっては絶縁層5の形成を必要としない工程とすることができる。

【0028】次に、図4に示すように、非磁性金属であるAlでコープレーナ伝送線路の外導体部およびパッド部を作製する。すなわち、図3に示す状態の磁気抵抗効果素子1上にスパッタにより成膜して、その後、磁気抵抗効果部材4のパターンの形成と同様の手段でその膜を加工して、外導体部およびパッド部を作製することができる。なお、Alの成膜法は蒸着法などの他の成膜手段によってもよい。非磁性金属はCu、Ag、Auまたはその合金などを用いてもよい。

【0029】この例での伝送線路15の構造はコープレーナ線路型であり、図4に示すように、絶縁基板2上に中心導体部4a用の入力用パッド部7a、出力用パッド部7bを形成する。この中心導体用の入力用パッド部7a、出力用パッド部7bは、中心導体部4aの両端部にスルーホール6、6を介して接続するように形成する。

また、絶縁基板2上に外導体部8、8を形成し、この各外導体部8の両端部に連続して外導体パッド部9を形成する。これにより、磁気センサ11が完成する。

【0030】伝送線路15の構造として、コープレーナ線路型の他にマイクロストリップ型、トリプレート型等の伝送線路を用いてもよい。また、何れのタイプの伝送線路であっても、それぞれの伝送線路部で中心導体部以外にも外導体部（マイクロストリップ型の場合はグラウンドプレーン）も磁気抵抗効果部材とする構成としてもよい。さらに、必要に応じて、中心導体部を非磁性金属薄膜とし、外導体部（マイクロストリップ型の場合はグラウンドプレーン）を磁気抵抗効果部材とする構成としてもよい。

【0031】図11に示すように、従来の磁気抵抗効果素子の接続用配線の場合には、引回しのために曲がり形成され、あるいは、ループ状になることが多かった。すなわち、図11に示すMIセンサの素子部101では、引出線102とパーマロイ膜103との間に直角の曲がり形成されている。符号104は、バイアス用およびフィードバック用の巻線である。

【0032】これに対し、本発明の実施の形態1では、伝送線路上に配置した磁気抵抗効果部材である磁気抵抗効果部材4が伝送線路の一部をなすために、通電する電流の高周波化を容易に実現することができる。

【0033】図5は、本発明の実施の形態1である磁気センサ11の等価回路の回路図である。この磁気センサ11は、磁気抵抗効果素子1およびその駆動回路12とからなる。図5に示すように、駆動回路12は、一定の高周波電流を磁気抵抗効果素子1に通電する駆動用定電流源13と、磁気抵抗効果素子1の出力電圧を検出する検波回路14と、検波回路14の出力電圧を増幅する増幅器16とからなる。そして、磁気抵抗効果素子1および駆動回路12からなる系の各部を概ねインピーダンス整合させることで、磁気センサ11を駆動できる高周波電流値の周波数をより高くすることができる。その上で、磁気抵抗効果部材4に対する外部磁界の影響による表皮効果の変化によって、伝送線路15は磁界によりそのインピーダンスが変わる。これにより、伝送線路15に伝達される高周波電圧が変動する。これを検波回路14において検知し、磁界に対して検知した電圧変動量により磁界を測定することができる。

【0034】以上説明した、この発明の実施の形態1である磁気センサ11によれば、駆動周波数の高周波数化を可能として、従来に比べて高感度に磁界を検知することができる。

【0035】〔発明の実施の形態2〕この発明の別の実施の形態を発明の実施の形態2として説明する。

【0036】図6は、この発明の実施の形態2である磁気センサ11の等価回路の回路図である。図6において、図1～図5と同一符号の部材などは、発明の実施の

形態1と同様であり、以下の説明でも同一符号を用い、詳細な説明は省略する。

【0037】図6に示すように、この磁気センサ11は、その駆動回路12において、磁気抵抗効果部材4の電圧を検知する電圧検知回路21と、磁気抵抗効果部材4の電流を検知する電流検知回路22と、電圧検知回路21で検出した電圧値と電流検知回路22で検出した電流値との比を求める電圧電流比演算回路部23とを備えている。

【0038】以上のような構成の磁気センサ11で、電圧検知回路21および電流検知回路22で、磁気抵抗効果部材4の電圧値、電流値を検出し、この電圧値、電流値の比を電圧電流比演算回路部23で求め、この比をもって、磁気抵抗効果部材4のインピーダンスの変化分として、磁界の測定を行うことができる。

【0039】以上説明した、この発明の実施の形態2である磁気センサ11によれば、駆動周波数の高周波化を可能として、従来に比べて高感度に磁界を検知することができる。

【0040】また、磁気抵抗効果部材4のインピーダンスの変化分を直接測定できるので、発明の実施の形態1の場合と比べて測定の感度をさらに向上させることができる。この発明の実施の形態2の場合でも、伝送線路15は、平行線路型、マイクロストリップ型、トリプレート型、コープレーナ型等の伝送路を用いることができる。

【0041】〔発明の実施の形態3〕図7は、この発明の実施の形態3である磁気センサ11の等価回路の回路図である。図7において、図1～図5と同一符号の部材などは、発明の実施の形態1と同様であり、以下の説明でも同一符号を用い、詳細な説明は省略する。

【0042】図7に示すように、この磁気センサ11は、その駆動回路12において、駆動用定電流源13の出力を磁気抵抗効果素子1に印加する伝送線路で入射波と反射波とを分離する方向性結合器31と、この分離された入射波を検出する高周波検知器32と、分離された反射波を検出する高周波検出器33と、検出された入射波と反射波との比を求める入射波／反射波電力比演算回路34とを備えている。

【0043】以上のような構成の磁気センサ11で、磁気抵抗効果素子1に印加する入射波と反射波とを求め、その比をもって、磁気抵抗効果部材4のインピーダンスの変化分として、磁界の測定を行うことができる。

【0044】以上説明した、この発明の実施の形態3である磁気センサ11によれば、駆動周波数の高周波化を可能として、従来に比べて高感度に磁界を検知することができる。

【0045】また、磁気抵抗効果部材4のインピーダンスの変化分を直接測定できるので、発明の実施の形態1の場合と比べて測定の感度をさらに向上させることがで

きる。この発明の実施の形態3の場合でも、伝送線路15は、平行線路型、マイクロストリップ型、トリプレート型、コープレーナ型等の伝送路を用いることができる。

【0046】[発明の実施の形態4] 図8は、この発明の実施の形態4である磁気センサ11の磁気抵抗効果素子の平面図である。図8において、図1～図5、図7と同一符号の部材などは、発明の実施の形態1、3と同様であり、以下の説明でも同一符号を用い、詳細な説明は省略する。

【0047】図8に示すように、この磁気センサ11は、その磁気抵抗効果素子1に方向性結合器31が実装されている構成である。すなわち、発明の実施の形態3と同様に伝送線路15の中心導体部4aには、磁気抵抗効果部材4を含んでいる。そして、中心導体部4aの一部には方向性結合器31が薄膜で形成されることにより実装されていて、方向性結合器31で分離した入射波、反射波をそれぞれ外部に出力する入射波検知用パッド41、反射波検知用パッド42も実装されている。

【0048】したがって、方向性結合器31が磁気抵抗効果素子1に実装されることで、装置を小型化することができる。

【0049】また、図9に示すように、図8に示す磁気抵抗効果素子1、駆動用定電流源13、高周波検知器32、33、入射波/反射波電力比演算回路34、さらには、終端抵抗43を、半田付けや導電性接着剤を用いてPCB基板44上に実装するようにしてもよい。この場合に、各回路要素は、コネクタ45、45'、…、接続ケーブル46、46'、…により接続する。

【0050】これにより、各回路要素が一枚のPCB基板44上に実装されるので、装置を小型化することができる。

【0051】[発明の実施の形態5] 図10は、この発明の実施の形態5である磁気センサ11の磁気抵抗効果素子の平面図である。図10において、図1～図9と同一符号の部材などは、発明の実施の形態1～4と同様であり、以下の説明でも同一符号を用い、詳細な説明は省略する。

【0052】図10に示すように、この磁気センサ11は、あらかじめ、例えば、Si、GaAs等の半導体基板51上に、駆動用定電流源13、高周波検知器32、33、入射波/反射波電力比演算回路34、さらには、検波および増幅用の信号処理回路52などの駆動回路12を通常の半導体製造プロセスにより形成する。さらに、これらを形成後の半導体基板51上に、絶縁層53およびスルーホール54、54'、…を形成する。絶縁層53およびスルーホール54を形成後の半導体基板51上に、前記の磁気抵抗効果素子1を構成する回路要素を形成する。すなわち、磁気抵抗効果部材4、中心導体部4aおよび外導体部8などの伝送線路15、ならびに、

方向性結合器31などである。そして、磁気抵抗効果素子1を構成する回路要素と駆動回路12とをスルーホール54、54'、…を介して接続する。なお、図10では、伝送線路15、方向性結合器31は、コープレーナ線路型の例で示しており、DC電源や、このDC電源の接続用のパッド部などは省略している。

【0053】したがって、半導体基板51上に、駆動回路12を半導体製造プロセスで形成し、その上に磁気抵抗効果素子1および前記方向性結合器31が絶縁層53を介して薄膜で形成されていて、駆動回路12と磁気抵抗効果素子1および方向性結合器31との間はスルーホール54、54'、…を介して接続されているので、装置を小型化することができる。

【0054】

【発明の効果】請求項1に記載の発明は、磁気抵抗効果部材は伝送線路の一部または全部をなしているので、通電する電流の高周波化が可能となり、磁気抵抗効果素子を用いた磁気センサの感度を高めることができる。

【0055】請求項2に記載の発明は、磁気抵抗効果部材は伝送線路の一部または全部をなしているので、通電する電流の高周波化が可能となり、磁気センサの感度を高めることができる。

【0056】請求項3に記載の発明は、請求項2に記載の磁気センサにおいて、磁気抵抗効果部材の電圧値と電流値との比に基づいて、さらに高感度で磁界を測定することができる。

【0057】請求項4に記載の発明は、請求項2に記載の磁気センサにおいて、入射波と反射波との比に基づいて、さらに高感度で磁界を測定することができる。

【0058】請求項5に記載の発明は、請求項4に記載の磁気センサにおいて、方向性結合器を磁気抵抗効果素子に実装することで、装置をコンパクト化することができる。

【0059】請求項6に記載の発明は、請求項5に記載の磁気センサにおいて、磁気抵抗効果素子および駆動回路を基板に実装することで、さらに装置をコンパクト化することができる。

【0060】請求項7に記載の発明は、請求項4に記載の磁気センサにおいて、モノリシックに構成することで、装置をコンパクト化することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施の形態1である磁気抵抗効果素子の製造方法の説明図である。

【図2】同説明図である。

【図3】同説明図である。

【図4】同説明図である。

【図5】前記磁気抵抗効果素子を備えた磁気センサの等価回路の回路図である。

【図6】この発明の実施の形態2である磁気センサの等価回路の回路図である。

【図7】この発明の実施の形態3である磁気センサの等価回路の回路図である。

【図8】この発明の実施の形態4である磁気センサの磁気抵抗効果素子の平面図である。

【図9】この発明の実施の形態4である磁気センサの平面図である。

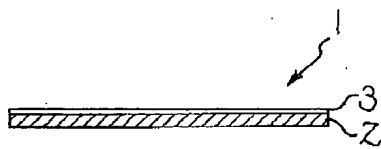
【図10】この発明の実施の形態5である磁気センサの平面図である。

【図11】従来のMIセンサの説明図である。

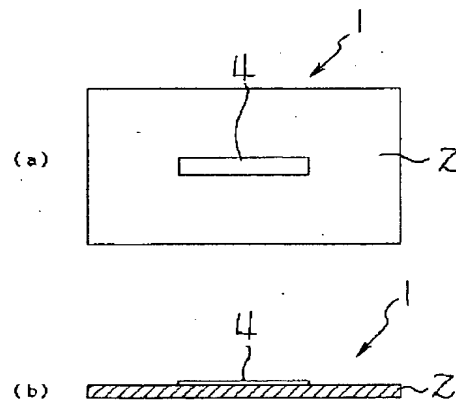
【符号の説明】

- 1 磁気抵抗効果素子
- 4 磁気抵抗効果部材
- 11 磁気センサ
- 12 駆動回路
- 15 伝送線路
- 31 方向性結合器
- 44 基板
- 51 半導体基板
- 53 絶縁層
- 54 スルーホール

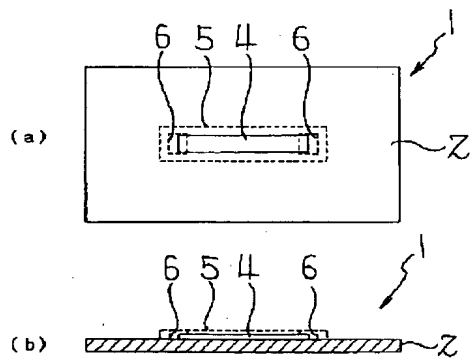
【図1】



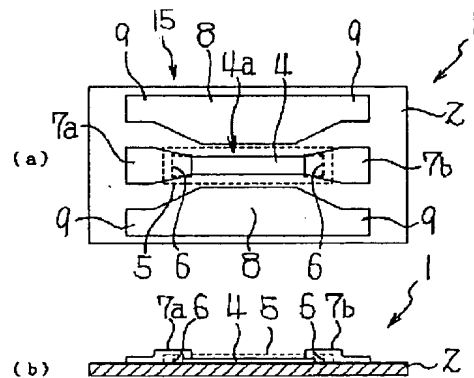
【図2】



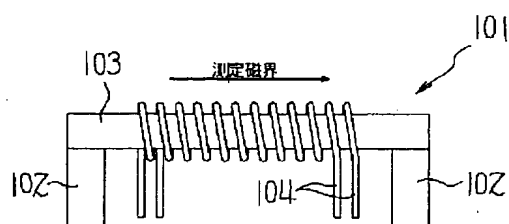
【図3】



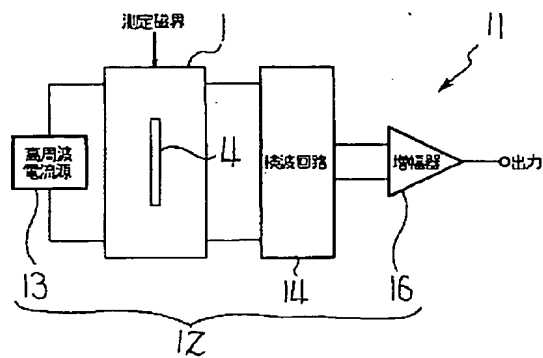
【図4】



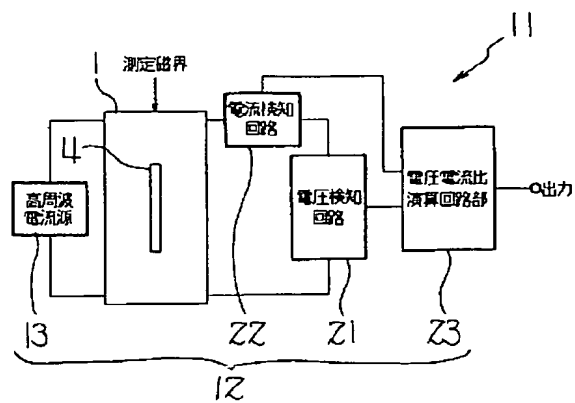
【図11】



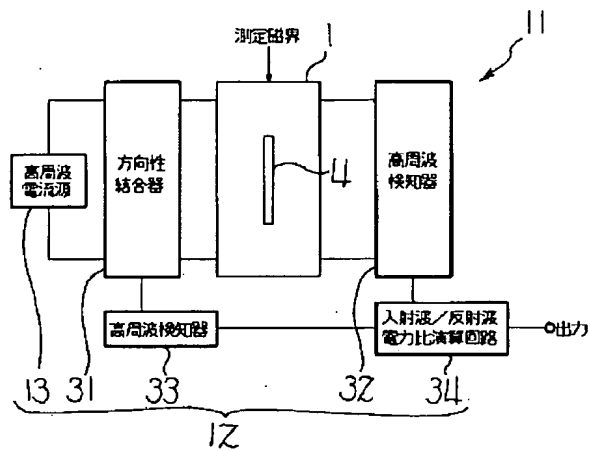
【図5】



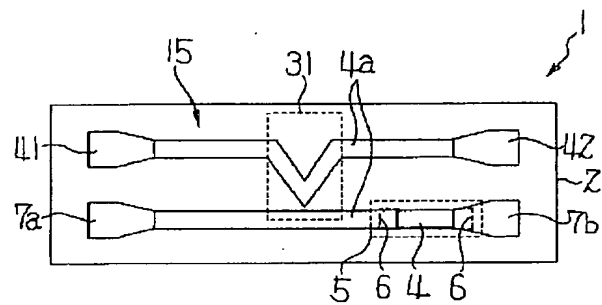
【図6】



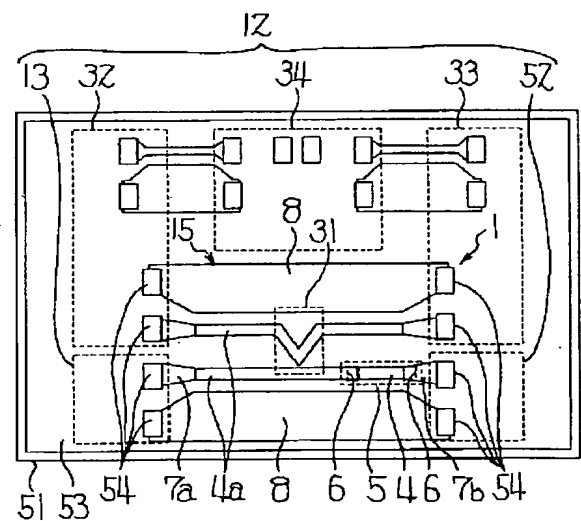
【図7】



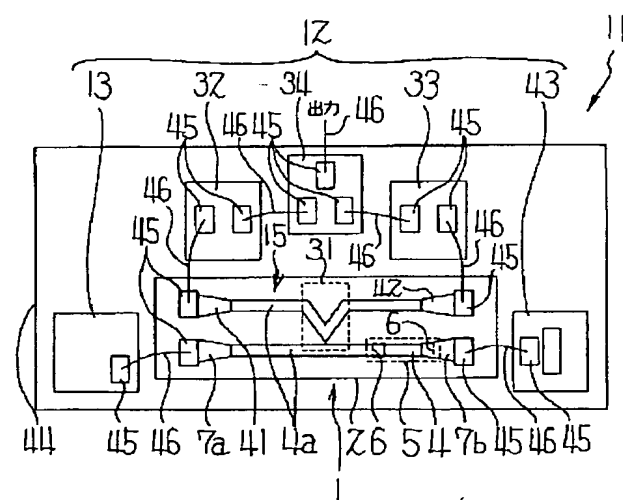
【図8】



【図10】



【図9】



THIS PAGE BLANK (USPTO)